

На данный момент процедура передачи пропускных документов через корпоративную информационную систему отработана и используется сотрудниками. Данный проект позволил снизить как физические перемещения сотрудников, так и время ожидания на 45 %.

### Список литературы

1. ГОСТ Р 56020-2014 Бережливое производство. Основные положения и словарь [Электронный ресурс] // Техэксперт. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200110957> (дата обращения: 15.09.2019).
2. Тэппинг Д., Данн Э. Бережливый офис. – М., 2015. – 322 с. (дата обращения: 16.09.2019).
3. Алексеева Ю.С. Бережливое производство как одно из современных направлений совершенствования организации производства // Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова. – 2019. – С. 36-42. (дата обращения: 15.09.2019).
4. Беляева Е.А., Хальметов А.А. Бережливое производство как фактор повышения конкурентоспособности производства // Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И. Вавилова. – 2019. – С. 28-31. (дата обращения: 16.09.2019).
5. Григорьев А.А., Кузнецов М.М. Повышение эффективности производства инструментами бережливого производства // Вестник научных конференций. – 2018. – № 10-4 (38). – С. 34-35. (дата обращения: 20.09.2019).

УДК 620.179.162

## МЕТОДЫ ОЦЕНКИ РИСКОВ РЕАЛИЗАЦИИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ

*Люкию Елена Сергеевна*

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск*

E-mail: [esl18@tpu.ru](mailto:esl18@tpu.ru)

## EMERGENCY RISK ASSESSMENT METHODS

*Lyukiya Elena Sergeevna*

*National Research Tomsk Polytechnic University, Tomsk*

**Аннотация:** Статья посвящена описанию методов оценки рисков реализации чрезвычайных ситуаций. Описаны наиболее доступные и реализуемые методы оценки рисков. На примере метода экспертных оценок оценены риски реализации ЧС для угледобывающего предприятия, построено дерево событий.

**Abstract:** The paper contemplates specifications to emergency risk assessment methods. The most accessible and understandable methods for assessing risks have been selected. Using the example of a coal-mining enterprise, the method of expert estimates was applied and an event tree was constructed.

**Ключевые слова:** оценка риска, чрезвычайная ситуация, метод экспертных оценок.

**Keywords:** risk assessment, emergency, expert judgment method.

В настоящее время возникновение чрезвычайной ситуации (ЧС) природного и техногенного характера может произойти в любой период времени. Ежегодно при действии чрезвычайной ситуации получают травмы 60 тысяч и погибают 250 тысяч человек [1].

В России и во всем мире возрастает число ЧС природного и техногенного характера. Решить данную проблему возможно с помощью методов управления, основанных на оценке и анализе риска, которые являются количественной характеристикой опасности для населения от опасного производственного объекта (ОПО). Риск будет оцениваться при возникновении аварий, катастроф и при нормальных условиях [2].

Анализ и оценка риска является гласной частью в системе управления промышленной безопасности. При декларировании промышленной безопасности, при разработке планов мероприятий по ликвидации и локализации чрезвычайных ситуаций используются данные, полученные в ходе анализа и оценки риска.

В настоящее время существует около 30 методов оценки рисков. Метод оценки рисков должен:

- соответствовать ситуации и организации;
- для повышения знаний в области риска, предоставлять данные результатов [3].

Риск можно оценить одновременно несколькими методами разного уровня сложности.

Использование *мозгового штурма* в качестве метода идентификации риска обеспечивает свободный и открытый подход, который поощряет всех к участию. Чтобы заседание было эффективным, рекомендуется, чтобы была определенная область проекта, и это должно происходить до планирования первого этапа. Гораздо менее эффективно организовать заседание позже, так как вы можете потерять шанс избежать некоторых проблем на ранней стадии. После оценки риска могут быть оценены на основе их влияния на цели проекта и вероятности их возникновения. Для наиболее приоритетных рисков должны быть разработаны планы смягчения. Основная идея заключается в том, чтобы постоянно обновлять первоначально идентифицированный список рисков, просматривая его на каждом заседании планирования этапа.

В *контрольных листах* содержится перечень опасностей и риска, которые получают из раннего опыта, предыдущих результатов оценки риска [4]. Для идентификации опасностей и риска может быть использован контрольный лист. Также если они хорошо разработаны, то возможно объединение разнообразных видов экспертных оценок в простую форму оценки.

Анализ первопричины (RCA – Root Cause Analysis) – это систематический процесс выявления «первопричин» проблем или событий и подходов к их устранению. RCA основывается на основной идее, что эффективное управление требует не только «тушения пожаров» для возникающих проблем, но и поиска путей их предотвращения. RCA помогает организациям избежать тенденции выделять один фактор для достижения наиболее целесообразного решения.

Анализ *дерева неисправностей* (FTA – Fault Tree Analysis) – это нисходящий дедуктивный анализ отказов, при котором нежелательное состояние системы анализируется с использованием логики для объединения серии событий более низкого уровня. Этот метод анализа в основном используется в областях проектирования безопасности и обеспечения надежности, чтобы понять, как системы могут выйти из строя, определить наилучшие способы снижения риска или определить частоту событий аварии безопасности или конкретной системы.

Анализ *дерева событий* ETA (Event Tree Analysis) это прямая, нисходящая, логическая методика моделирования как положительных, так и отрицательных результатов, которая исследует ответы через одно инициирующее событие и прокладывает путь для оценки вероятностей результатов и общего анализа системы. Этот метод анализа используется для анализа последствий функционирования или неисправности систем с учетом того, что произошло событие. ETA является мощным инструментом, который идентифицирует все последствия системы, которые могут возникнуть после исходного события, которое может быть применено к широкому кругу систем

Анализ *причин и последствий* начинают с рассмотрения критического события и анализа его последствий посредством применения сочетания логических элементов ДА/НЕТ. Эти элементы представляют собой условия, при которых система, разработанная для снижения последствий начального события, находится в работоспособном состоянии или в состоянии отказа [5].

*Анализ уровней защиты (метод LOPA (Layers of Protection Analysis))* упрощенный метод оценки риска, который обеспечивает столь необходимый промежуточный уровень между качественным анализом рисков процесса и традиционным, дорогостоящим количественным анализом рисков. Начиная с идентифицированного сценария аварии, LOPA использует упрощающие правила для оценки частоты исходных событий, независимых уровней защиты и последствий, чтобы обеспечить оценку риска по порядку величины.

*Анализ видов и последствий отказов (FMEA – Failure Mode Effect Analysis)* – это процесс рассмотрения как можно большего количества компонентов, сборок и подсистем, чтобы определить возможные режимы отказов в системе и их причины и следствия. FMEA может быть качественным анализом, а также может быть представлен количественно, когда математические модели частоты отказов объединяются с базой данных отношения статистических отказов.

*Анализ «галстук-бабочка»* это метод оценки риска, который можно использовать для анализа и демонстрации причинно-следственных связей в сценариях высокого риска. Метод получил свое название от формы создаваемой диаграммы, которая выглядит как мужская бабочка. Прежде всего, анализ «галстук-бабочка» дает визуальную сводку всех вероятных сценариев событий, которые могут существовать вокруг определенной опасности. Правая сторона диаграммы «галстук-бабочка» напоминает дерево событий. Однако, данный анализ не ищет информацию о вероятности или частоте, а скорее направлен на то, чтобы убедиться, что элементы управления работают должным образом. Левая сторона диаграммы состоит из упрощенного дерева неисправностей. Хотя элементы логики в Fault Tree Analysis позволяют заполнять модель фактическими числами о вероятностях отказов и вычислять производные вероятности, эта информация редко доступна из-за затрат на тестирование и влияния человека на систему. Чтобы предотвратить фокусировку анализа на этом уровне детализации, метод «галстук-бабочка» упрощает дерево неисправностей, что в целом улучшает читаемость анализа.

Среди методов анализа и оценки рисков можно в общем случае выделить три основных подхода: феноменологический, детерминистский и вероятностный.

1. Феноменологический метод. Данный метод основан на установлении возможности или невозможности развития аварийных процессов, основываясь на результатах анализа условий достаточности и необходимости, связанных с теми или иными законами природы.
2. Детерминистский метод. Данный метод подразумевает анализ порядка этапов развития аварии от финального события через последовательность предполагаемых стадий деформаций, отказов и разрушения компонентов до определенного конечного состояния системы.
3. Вероятностный метод. Данный метод подразумевает не только оценку вероятности возникновения аварии, но и расчет относительной вероятности различных путей развития процесса. Для этого необходимо провести анализ разветвленных цепочек событий и отказов оборудования, выбрать подходящий математический аппарат и оценить полную вероятность аварии.

В данной работе в качестве метода исследования был выбран вероятностный метод. Целесообразность его использования обусловлена возможностью моделирования всех инициирующих событий, приводящих к реализации ЧС. Также в работе используется такой инструмент, как метод экспертных оценок, поскольку на данном предприятии отсутствуют статистические данные по количеству возгораний на угольном складе в виду того, что предприятие функционирует непродолжительный период времени.

При проведении анализа риска последовательно были выполнены такие этапы, как:

- Идентификация опасностей;

- Построение дерева событий;
- Применения экспертного метода для анализа вероятности воспламенения угольного склада;
- Выводы по результатам оценки риска, предложение мер по минимизации влияния факторов, приводящих к возникновению ЧС.

Оценка вероятности реализации выявленных факторов, приводящих к ЧС, проводилась экспертным методом. Данная часть исследования состояла из нескольких этапов:

- создание опросных листов;
- подбор и опрос экспертов;
- обработка и графическое представление полученных результатов;
- анализ полученных данных.

В опросном листе экспертам было представлено дерево событий, приводящих к возгоранию угольного склада. Эксперты должны присвоить балльную оценку, которая отражает вероятность реализации события. В результате обработки данных были получены следующие вероятности событий, представленные в таблице.

Таблица – Вероятность фактора ЧС и наступления событий

| № | Событие   | Условная вероятность (Р) |
|---|---|--------------------------|
| 4 | Возгорание по причине повышенного влагосодержания угля  | 0,96                     |
| 2 | Возгорание угольного склада от источника зажигания (открытый источник пламени)                                | 0,88                     |
| 9 | Возгорание из-за условий окружающей среды (повышенная температура воздуха и влажность)                        | 0,81                     |
| 6 | Возгорание по причине наличия примесей в угле   | 0,69                     |
| 8 | Возгорание по причине нарушения правил складирования (недостаточное уплотнение штабеля)                       | 0,63                     |
| 5 | Возгорание по причине измельченности угля (большая активная поверхность)                                      | 0,45                     |
| 7 | Возгорание по причине нарушения правил складирования (нарушение правил подготовки площадки для складирования) | 0,45                     |
| 3 | Возгорание угольного склада от источника зажигания (искра от удара металлических предметов)                   | 0,20                     |
| 1 | Возгорание угольного склада от источника зажигания (электрический ток)  | 0,20                     |

Исходя из данных в таблице, наиболее вероятными причинами возникновения возгорания является повышенное влагосодержание угля и возгорание угольного склада от открытого источника пламени. Наименее вероятные причины – возгорание угольного склада от источника зажигания (искра от удара металлических предметов) и от электрического тока.

Величина риска – это учёт вероятности и ущерба при реализации ЧС. Следовательно, событиями с наибольшим значением риска являются: возгорание по причине наличия примесей в угле и возгорание по причине нарушения правил складирования.

Влагосодержание угля и наличие примесей являются факторами возгорания, вызванными качественными характеристиками угля, избежать влияния этих факторов не предоставляется возможным. Поэтому мероприятия направленные на уменьшение

вероятности реализации ЧС должны предусматривать быстрое реагирование на первые признаки возгорания.

#### Список литературы

1. И.А. Леонтьева Безопасность жизнедеятельности. Учебное пособие. Изд-во Елабуж. ин-та КФУ. – 180 с. (дата обращения: 01.10.2019).
2. Декларирование промышленной безопасности // Предупреждение и ликвидация чрезвычайных ситуаций URL: <http://www.obzh.ru/pre/2-4.html> (дата обращения: 01.10.2019).
3. Федеральном закон «О техническом регулировании» от 27 декабря 2002 г. № 184-ФЗ (дата обращения: 01.10.2019).
4. ГОСТ Р ИСО/МЭК 31010—2011. Менеджмент риска. Методы оценки риска (дата обращения: 01.10.2019).
5. ГОСТ Р 51901.23-2012. Национальный стандарт Российской Федерации. Менеджмент риска. Реестр риска. Руководство по оценке риска опасных событий для включения в реестр риска (дата обращения: 01.10.2019).

УДК 005.932:005.6

### ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ НА ОСНОВЕ МЕТОДОЛОГИИ 6

*Мажанов Максим Олегович, Скворцова Софья Сергеевна*

*Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики, г. Санкт-Петербург*  
E-mail: mazhanov1997@mail.ru

### IMPROVING EFFICIENCY BASED ON METHODOLOGY 6

*Mazhanov Maxim Olegovich, Skvortsova Sofya Sergeevna*

*Saint Petersburg National Research University of Information Technologies, Mechanics and Optics, St. Petersburg*

**Аннотация:** Повышение операционной эффективности процессов является одной из наиболее приоритетных задач современной компании. Концепция "Шесть Сигм" позволяет наиболее эффективно снизить операционные затраты.

**Abstract:** The relevance of the work lies in the fact that improving the operational efficiency of processes is one of the top priorities of a modern company. The concept of "Six Sigma" allows you to most effectively reduce operating costs.

**Ключевые слова:** шесть сигм; DMAIC; процесс; статистические методы анализа; демонтаж; монтаж; установки электроцентробежного насоса.

**Keywords:** six sigma; DMAIC; process; statistical analysis methods; Disassembly; assembly; Electric Centrifugal Pump Unit.

Повышение операционной эффективности – один из приоритетов современной компании. Повышение качества продукции (услуг) при одновременном снижении затрат, т.е. операционная эффективность – это эффективность использования внутренних ресурсов компании.

В крупных компаниях глобальные изменения необходимы для повышения операционной эффективности. Основой для таких изменений могут стать разные стратегии: сертификация на соответствие требованиям ГОСТ Р ИСО 9001-2015 и другим отраслевым стандартам, внедрение концепции Lean и теории ограничений или концепции управления производством «Шесть сигм» [1].